

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-218417

(43) 公開日 平成7年(1995)8月18日

(51) IntCl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N	15/02	B		
	15/14	C		
		D		
	21/17	A		

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平6-8149

(22) 出願日 平成6年(1994)1月28日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 山崎 功夫

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72) 発明者 石井 雅治

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72) 発明者 三宅 亮

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

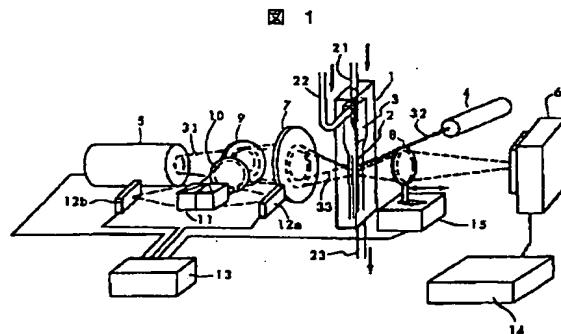
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 粒子分析方法

(57) 【要約】

【構成】 レーザ光源4でフローセル1中のサンプル液2を照射し、粒子からの散乱光33をビームスプリッタ11で分割して光位置検出器12a, bで検出し、粒子通過位置を算出する。対物レンズ8は微動装置15で周期的に振動しており、粒子に焦点があうタイミングに撮像して画像分析する。

【効果】 サンプル液を焦点深度より厚く流すことができ、短時間で粒子分析が可能である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】粒子が含まれるサンプル液を、幅と厚さを制御して流し、有限の焦点深度をもつ撮像系で粒子の瞬間の画像を撮像して分析を行う粒子分析方法において、前記サンプル液の厚さを前記撮像系の前記焦点深度よりも厚く流し、前記撮像系の焦点位置を振動的に変化させ、前記粒子の通過する深さを検出し、前記粒子の通過深さに関連したタイミングで撮像を行うことを特徴とする粒子分析方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は液体中に懸濁する粒子の画像を撮像し、粒子を分析する粒子分析装置およびその方法に係り、特に、血液や尿中の粒子を分析するに適した粒子分析方法に関する。

【0002】

【従来の技術】尿中の粒子を形態学的に検査するには、従来、目視で行うものでは、尿試料を遠心分離し、沈渣物を染色してスライドガラス上に標本を作り、顕微鏡観察することで行っていた。その際、遠心分離の濃縮率を常に一定にし、観察する試料の量も一定にすることで、元の尿試料中にどのような沈渣物がどれだけの濃度で含まれているかを知るようになっていた。また、沈渣物の中には、血球細胞や細菌などの数 μm の粒子から円柱などの数百 μm の粒子まであり、顕微鏡の倍率を高倍率と低倍率に切り換えて観察していた。その際、目的によって観察する試料の量は異なるが、典型的には高倍率で5 μm 、低倍率で750 μm 分の原尿に相当する量の濃縮尿を観察し、各沈渣成分の数を計数していた。

【0003】これらの検査を自動化する装置として、粒子を液体中に懸濁させたままフローセル中に流して、光学的に分析するものがある。例えば、特表昭57-500995号公報には、流体試料を特別な形状の流路に通し、そこで試料中の粒子を幅広の作像領域中に閉じこめて、静止像を作成する装置が示されている。この装置では、顕微鏡を用いて流れの拡大像をCCDカメラの撮像面上に作像する。光源はCCDカメラの動作に同期して周期的に発光するパルス光源を用いる。パルス光源の発光時間は短いので、粒子が流れていても静止像を得ることができる。得られた静止像を画像分析することで、液体中の粒子の形態的な分析ができる。また、撮像された試料の体積中にいくつの粒子が含まれているかを計数することで粒子の濃度を分析することができることが開示されている。

【0004】また、光源の発光を周期的とせず粒子の通過を検出してそのタイミングに合わせて静止画像を撮像する装置は、特開昭63-94156号公報に記載のものがある。同公報には、静止像撮影用の光学系とは別に、粒子の通路の上流に粒子検出用の光学系を設け、常時点灯されたトリガー用光源の光線を粒子が横切ったことを粒

子検出器で検出後一定の遅延時間後にパルス光源を発光させて粒子の静止像を得ることが記載されている。

【0005】また、本発明者の出願した特願平4-300808号明細書では、粒子検出をして撮像した画像中の粒子数を計数して粒子濃度を算出する粒子濃度の分析法が記載されている。この方法では撮像領域の上流に撮像領域と同じ幅を持った粒子検出領域を設け、流体試料の流れる幅を撮像領域の幅と等しいかそれより小さくしておき、撮像粒子数と粒子濃度の関係を用いて粒子濃度を正確に得ることができる。撮像される視野の体積よりも格段に大きな体積の試料液を流しておいて、粒子が視野中を通過しているときに撮像するので、短時間に分析ができるという長所がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】特願平4-300808号明細書に記載の方法で、鮮明な粒子の像を得て精度の高い分析を行うには、粒子が撮像系の焦点深度内に入っている必要があるため、試料の流れる範囲の厚さを焦点深度以内にしなければならなかった。一般に高解像度の撮像系では、視野の幅に比べて焦点深度の厚さが薄いため、試料を非常に薄い扁平な領域に流す必要があった。そのため、大量の試料を高速に分析するには、試料の流れの厚さを増加させずに流速を増す必要があった。しかしフローセルで安定して流せる流速には限界があり、ある程度以上の高速化は不可能であった。また、装置の振動やフローセル内の異物などの影響で試料の流れる位置がずれると画像の鮮明度が低下して分析の精度が低下する。

【0007】本発明の目的は、高速にしかも高い精度で分析が行える粒子分析装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の粒子分析方法は、上記目的を達成するために、粒子が含まれるサンプル液を、幅と厚さを制御して流し、有限の焦点深度をもつ撮像系で粒子の瞬間の画像を撮像して分析を行う粒子分析方法において、サンプル液の厚さを撮像系の焦点深度よりも厚く流し、撮像系の焦点位置を振動的に変化させ、粒子の通過する深さを検出し、粒子の通過深さに関連したタイミングで撮像を行うことを特徴とする。

【0009】また、粒子から発散する光信号を収束させ、収束位置を検出して粒子の通過深さを得ることを特徴とする。

【0010】さらに、撮像系が反復的に撮像を繰り返す、反復の最低間隔よりも短い周期で焦点位置を振動させることを特徴とする。

【0011】本発明の粒子分析装置は上記目的を達成するために、粒子が懸濁した試料液を流すフローセルと、フローセルの第一部位に連続光を照射する第一の光源と、フローセルの第一部位に通過する粒子から発散する光信号を検出する検出器と、フローセルの第二部位にパルス光を照射する第二の光源と、フローセルの第二部位

の近傍に焦点を持つ撮像装置と、該撮像装置で撮像される像を分析して粒子の特性や濃度を分析する粒子分析装置において、撮像装置に焦点調節機構が設けられ、前記検出器の光信号をもとに通過する粒子の前記撮像装置に対して深さ方向の位置情報を検出し、深さ情報と焦点調節機構の動作が定められた関係となるタイミングに第二の光源よりパルス光を照射して撮像装置にて撮像を行うことを特徴とする。

【0012】また、撮像装置が反復的に撮像を繰り返す物であり、焦点調節機構が撮像装置の反復の最小間隔より短い周期で周期的に作動することを特徴とする。

【0013】また、焦点調節機構が対物レンズに取り付けた駆動機構であることを特徴とする。

【0014】また、フローセルの第一部位を通過する粒子から発散する光信号を複数の光位置検出器で検出することを特徴とする。

【0015】

【作用】本発明の分析装置では、フローセルの第一部位において粒子の通過を検出する際に、同時に粒子が通過する深さを検出して粒子深さ信号を出力する。フローセル内の流れは層流であり、第一部位を通過した粒子はそのままの深さで第二部位に流れる。フローセルと対物レンズと撮像器からなる撮像系に設けられた焦点調節機構が周期的に動作するために、鮮明な画像が得られる撮像面の深さは周期的に変動する。第一部位で検出された粒子が第二部位を通過中に、撮像面の深さと粒子の深さが一致した瞬間にパルス光源を発光して撮像を行うために鮮明な画像が得られる。焦点調節機構の振動周期は、撮像系が反復的に撮像する最小間隔より短いので、撮像期間中に必ず撮像面と粒子の深さが一致するタイミングがあるので、通過する粒子を逃すことが少ない。したがって、試料を撮像系の焦点深度よりも厚い領域に流しておいても粒子の鮮明な画像が得られるため、大量の試料液を短時間に流して分析を行うことができる。

【0016】また、装置の振動やフローセル内の異物などの影響で試料の流れる位置がずれても、撮像面と粒子の深さが一致するタイミングに撮像するので、常に鮮明な画像が得られ、高精度の分析が可能である。

【0017】

【実施例】本発明の実施例を図面を用いて説明する。図1は第一実施例の粒子分析装置の斜視図である。

【0018】フローセル1はサンプル液供給口21とシース液供給口22、及び排出口23を持つ。パルス光源5、コンデンサレンズ7からなるパルス光照射系がフローセル1の片側に配置され、反対側に微動装置15に取り付けられた対物レンズ8、CCDカメラ6からなる撮像系が配置される。対物レンズ8のある側の斜めにレーザ光源4がある。また、コンデンサレンズ7とパルス光源5の間にハーフミラー9があり、その側方に集光レンズ10、ビームスプリッタ11、光位置検出器12a、

bからなる粒子検出系がある。

【0019】コントローラ13には、光位置検出器12a、b、パルス光源5及び微動装置15が接続されている。またCCDカメラ6は、画像処理器14に接続されている。

【0020】サンプル液供給口21には図示しないサンプル液供給器から粒子を含んだサンプル液が一定の速度で供給される。シース液供給口22には図示しないシース液供給器から清浄なシース液が一定の速度で供給される。フローセルの内部でサンプル液2がシース液3に包まれて流れるシースフローが形成される。フローセル1の平行流路部分でサンプル液は一定速度の層流状態で流れる。

【0021】レーザ光源4から出たレーザビーム32はフローセル1の平行流路部分の一部である粒子検出領域を連続的に照射する。レーザビーム32が照射する部分を通過するサンプル液中の粒子が発散する散乱光33は、コンデンサレンズ7、ハーフミラー9、集光レンズ10、ビームスプリッタ11を通り、光位置検出器12a、12b上に結像する。光位置検出器12a、12bから出力する信号には、粒子の通過する位置の情報が含まれている。

【0022】微動装置15はピエゾ素子またはボイスコイルのように電気信号で位置を制御できる物であり、コントローラ13からの信号で対物レンズ8の焦点深度の数倍から数十倍の振幅で対物レンズ8の光軸方向に振動する。

【0023】コントローラ13は、光位置検出器12a、bの信号を粒子の通過する位置に換算するテーブルと、微動装置15に送る信号を撮像系の焦点位置に換算するテーブルを持ち、また、タイマを持っている。サンプル液2中の粒子の通過を検出すると、ある遅延時間以降の一定期間中で、それぞれのテーブルで換算した粒子通過位置と焦点位置が一致した瞬間に発光信号をパルス光源5に送る。

【0024】パルス光源5は発光信号を受けると、約1 μ 秒のパルス光を発する。パルス光源5から発するパルス光31は、コンデンサレンズ7でフローセル1の平行流路部分の一部である撮像領域に照射する。

【0025】撮像領域と粒子検出領域の関係を図2に示している。粒子検出領域25はサンプル液2の流れを横切る細長い領域である。撮像領域26は粒子検出領域25の下流の長方形の領域である。

【0026】撮像領域を流れるサンプル液中の粒子の像が対物レンズ8で集光され、CCDカメラ6の受光面に結像する。

【0027】CCDカメラ6は一定の撮像周期で動作しているが、その撮像周期中に受光面に入射した光を蓄積して画像信号として取り出すことができる。従って撮像期間中にパルスランプが発光すれば、その瞬間の粒子の

静止像を得ることができる。

【0028】撮像された画像信号は画像処理器14で分析され、粒子の種類と数の情報に変換される。

【0029】図3は第一実施例の粒子検出系の主要部分の説明図である。図1のフローセル1や、コンデンサレンズ7、ハーフミラー9は省略している。図のp、q、r、sは粒子の通過する位置を表している。

【0030】粒子が通過するとき、散乱光33は集光レンズ10の直後にビームスプリッタ11で二分されて光位置検出器12a、bに結像する。そのときの結像状態を示した図が図4である。

【0031】粒子が集光レンズ10の合焦点位置であるqの位置にある場合は、光位置検出器12a、b上での散乱光分布は急峻なピークになる。粒子の通過位置が集光レンズ10から遠ざかった位置pの場合や近づいた位置qの場合は、散乱光分布のピークが緩やかになると共にピーク位置がずれる。ピーク位置がずれる方向は12aと12bでは反対方向である。粒子が横方向にずれたsの位置の場合は、散乱光のピーク位置のずれは12aと12bで同じ方向にずれる。

【0032】光位置検出器12a、bとして用いるのは、1次元ラインセンサや半導体光位置検出器であり、散乱光分布の強度と位置を同時に測定可能である。従って光位置検出器12a、b上の散乱光分布の位置ずれの方向と大きさを測定すれば、光軸に対する深さ方向及び横方向の粒子位置を得ることができる。その演算は、コントローラ13がもつテーブルで行われる。

【0033】図5は第一実施例の動作タイミングを表す図である。CCDカメラは一定の撮像期間を周期として作動している。対物レンズ8は微動装置15により周期的に駆動されている。粒子検出領域を粒子が通過すると、粒子検出信号が出される。粒子検出信号から遅延時間Aの後、時間Bの間ゲートが開く。ゲートが開いている間で、通過した粒子の深さ信号とレンズ位置信号が一致したタイミングに撮像パルスが発生し撮像を行う。一つの撮像期間中に二個の粒子を検出しても撮像パルスは一度しか行わない。

【0034】遅延時間Aは粒子検出領域から撮像領域の上端まで粒子が流れる時間に相当する。ゲート開時間Bは粒子が撮像領域を通過する時間に相当する。レンズ位置移動の周期はゲート開時間Bの二倍以下であるので、ゲートが開いている時間内に必ずレンズ位置と粒子深さが交差する。また、ゲート開時間Bは撮像周期以下である。

【0035】本実施例では、粒子が通過する深さを検出し、撮像系の焦点位置を変動する周期内で焦点の合った瞬間に撮像するため、焦点のずれのない鮮明な画像が得られ、高い精度の画像分析が可能であり、精度の高い粒子の分析が可能である。

【0036】また、撮像系の焦点深度の深さよりもサン

プル流を厚く流しても高精度の画像分析が可能のため、サンプル流の流量を増やすことができ、短い時間で分析が可能である。特に、粒子の濃度が低く、撮像系の視野の体積の中に粒子が含まれる確率が低いようなサンプルの場合にでも、大量のサンプル液を流して、粒子の通過を検出して焦点の合った撮像が行えるので、効率よく粒子の画像が得られ、分析時間の短縮が可能である。また、サンプルの流量を増やすことで分析量を増加することが可能なので、一定体積中に含まれる粒子の数を正確に得ることができる。

【0037】また、この場合、微動装置15の振幅よりもサンプル流の厚みを大きくすることも可能で、通過する粒子中で焦点位置変化の範囲内にある場合は撮像して画像分析を行い、その範囲外を通過する粒子の場合は撮像は行わずに粒子の計数のみを行って、粒子の濃度を正確に分析することができる。

【0038】またこの実施例の場合はサンプル流の厚みの増加と流速の増加を組み合わせることでサンプル流量の増加を一段と効果的にすることができる。撮像範囲を粒子が通過する時間が撮像期間より数分の一以下になるように流速を増加させれば、サンプル流の厚さを増した倍率と流速を増した倍率の積の分だけ分析するサンプルの量を増加できる。

【0039】流速増加のみでサンプル量を増やそうとする場合に比べて、サンプルの厚さ増加を組み合わせることでサンプル量の増加を図る場合は数々のメリットがある。まず、比較的低流速も高い効果が得られるために、フローセル1の加工精度が低くても安定なシースフローが得られるので、装置の低価格化が可能である。また、パルスランプの発光時間を長くしても画像のずれが小さいため、安価なパルスランプが使える、しかも発光時間を長くして光量を増せばCCDカメラも感度の低い安価な物を使える。またシース流量を少なくできるので、シース液消費量を減らすことができ、駆動系も小さくすることができる。

【0040】また、この実施例の場合は、サンプル流を撮像系の焦点深度の厚さまで薄くする必要がないので、サンプル液中の粒子の表面がシース液に触れて反応を起こすことがなく、従ってシース液に特別な緩衝液や生理食塩水を用いて粒子との反応を防ぐ必要がない。

【0041】また、この実施例の場合はフローセル内の異物や装置の振動などの外乱でサンプル流の位置がずれても対物レンズの微動振幅の範囲内ならカバーすることができるので、外乱に影響されない高精度の分析が可能である。

【0042】また、この実施例の場合は、粒子の深さ方向の位置と横方向の位置を同時に検出することができるので、粒子が撮像視野の幅の内側を通った場合を選んで撮像することができ、効率的な分析が可能である。

【0043】図6は本発明の第二実施例の主要部分の説

明図である。この場合はレーザービーム32はコンデンサレンズ7の側から照射される。粒子からの散乱光33は対物レンズ8の背後のハーフミラー9で反射されてビームスプリッタ11で分離後、光位置検出器12a, bで検出される。この場合は散乱光の集光用のレンズに対物レンズ8を兼用している。

【0044】この実施例の場合の撮像領域と粒子検出領域の関係を図7に示している。粒子検出領域25は、撮像領域26とほぼ重なった領域である。

【0045】サンプル液2中の粒子が粒子検出領域25の中を流れると光位置検出器12a, bに粒子の散乱光が結像するが、微動装置15によって対物レンズ8が振動しているので結像位置が動く。粒子がちょうど焦点が合う位置にきたときに光位置検出器12aと12b上の結像位置は同じ位置になる。従って光位置検出器12a, b上の散乱光結像位置を検出して、一致した瞬間にパルスランプを発光して撮像することで、焦点の合った粒子像が得られる。

【0046】この実施例の場合、粒子検出系と撮像系が共通のコンデンサレンズと対物レンズを用いているので、互いにずれることが少ない。

【0047】また、レーザービーム32はフローセル1を透過後に対物レンズ8には入らないので、CCDカメラ6の撮像にレーザービームが悪影響を与えることがない。

【0048】図8は本発明の第三実施例の主要部分の断面図である。この場合は、対物レンズ8とCCDカメラ6の間にウェッジ板18を置き、モータ17で回転させる。モータ17の回転により撮像系の光路長が変化するので、焦点位置の深さが変化する。

【0049】この場合の粒子検出領域と撮像領域の関係は図2と同じである。系全体の動作も焦点位置の変化方法の違い以外は第一実施例の場合と同じである。

【0050】この実施例の場合、粒子検出系と撮像系が共通のコンデンサレンズと対物レンズを用いているので、互いにずれることが少ない。また、散乱光33は結像性能の高い対物レンズ8によって結像するので、粒子位置の検出が精度良く行える。

【0051】図9は本発明の第四実施例の主要部分の断面図である。この場合は粒子通過位置検出の方法が異なっている。また撮像の倍率の切り換えが行えるようになっている。

【0052】レーザー光源4はフローセル1に斜めからレーザービーム32を照射する。集光レンズ10はフローセル1の側方に設置されて粒子からの散乱光33を集光する。光位置検出器12上で散乱光の結像位置は粒子通過位置の撮像系の光軸方向の深さに対応する。従って結像位置を検出すれば直接粒子通過位置に換算できる。

【0053】また対物レンズ8とCCDカメラ6の間に切り換えレンズ16が設けられている。切り換えレンズ16の内部には焦点距離の異なる二種類のレンズが入

ており、そのどちらかが光路に入る。レンズを切り換えることで撮像の倍率が高倍率と低倍率に切り換えられる。

【0054】この実施例を用いた装置では、撮像倍率を切り替えると同時にサンプル液とシース液の流量を変化させて、流速を変化させる。またパルス光の強度も変化させる。

【0055】この実施例の場合、サンプル液中に大きな粒子から小さな粒子まで様々な粒子が含まれていても、一回の測定の際に倍率を切り替えることによって、適した倍率での高精度な分析が可能である。

【0056】また、本実施例の場合には、撮像系と粒子検出系が完全に分離されているため、お互いに干渉を受けることがなく、また調整も容易である。

【0057】また、本実施例の場合には、撮像系を低倍率に替えた場合には焦点深度が深くなるので、サンプル流の厚さを更に厚くして分析効率を向上することが可能である。

【0058】また、本実施例の場合には、光位置検出器12により粒子の通過位置だけでなく大きさも検出可能であるので、高倍率の測定時には小さな粒子のみを撮像し、低倍率の測定時には大きな粒子のみを撮像することで、更に分析効率を向上することが可能である。

【0059】第一実施例から第四実施例までは、焦点移動を周期的に行う動作で説明してきたが、粒子を検出してからコントローラ13から制御信号を微動装置15またはモータ17に出して、焦点が合った瞬間に撮像することもできる。また同じ装置で周期的な動作をさせるモードとランダムな動作をさせるモードの両方を可能にすることもできる。この場合は、測定が必要なサンプル液の量と粒子の濃度によって適当なモードを選ぶことができる。例えば、比較的粒子濃度が高い場合にランダム動作モードを用い、複数通過する粒子の中で長い焦点移動が不要な粒子のみを選択して撮像することができる。

【0060】また、これまでの実施例では短い周期で高速に焦点移動を行う場合について説明してきたが、必ずしも高速に焦点移動を行う必要はない。一回の測定の間は焦点位置は固定しておき、個々の粒子の通過位置を平均して、平均位置がずれた場合に焦点移動することも可能である。

【0061】この場合には、フローセルの流路内の異物や熱膨張などの原因でサンプル流の通過位置がずれても、自動的に補償することが可能である。

【0062】

【発明の効果】本発明によれば、撮像系の焦点位置を周期的に変化させると同時に、粒子の通過する深さを検出し、焦点位置と通過深さを検出した瞬間に撮像を行うので、サンプル液を撮像系の焦点深度よりも厚く流しても焦点の合った鮮明な粒子の画像を得ることができ、大量のサンプルを短時間で分析することが可能な粒子分析装

置を提供することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一実施例の斜視図。

【図2】本発明の第一実施例の撮像領域を示す断面図。

【図3】第一実施例の粒子検出系基本構成を示す説明図。

【図4】第一実施例の散乱光分布を示す特性図。

【図5】第一実施例の動作を示すタイミングチャート。

【図6】第二実施例の基本構成を示す断面図。

【図7】第二実施例の撮像領域を示す断面図。

【図8】第三実施例の基本構成を示す断面図。

【図9】第四実施例の基本構成を示す断面図。

【符号の説明】

1…フローセル、2…サンプル液、3…シース液、4…レーザ光源、5…パルス光源、6…CCDカメラ、7…コンデンサレンズ、8…対物レンズ、9…ハーフミラー、10…集光レンズ、11…ビームスプリッタ、12…光位置検出器、13…コントローラ、14…画像処理器、15…微動装置、21…サンプル液供給口、22…シース液供給口、23…排出口、25…粒子検出領域、26…撮像領域、31…パルス光、32…レーザビーム、33…散乱光。

【図1】

【図2】

【図3】

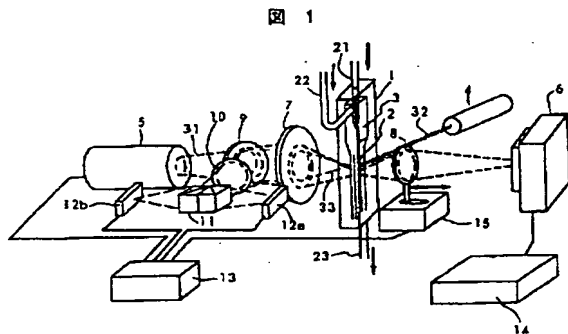


図 2

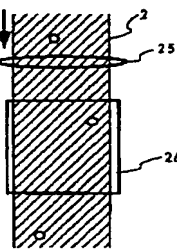
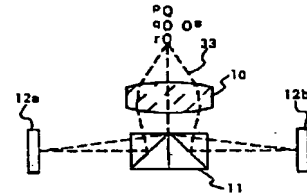
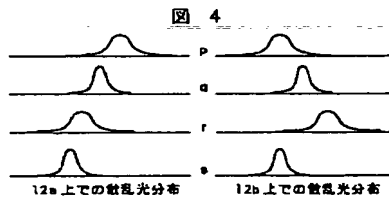


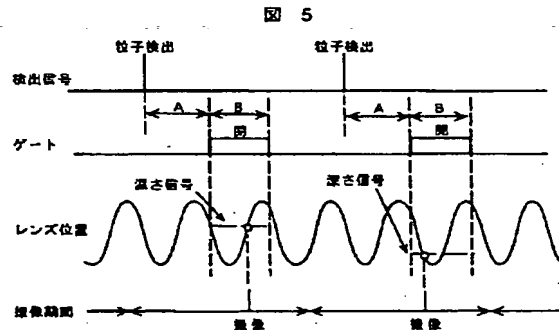
図 3



【図4】



【図5】



【図6】

【図7】

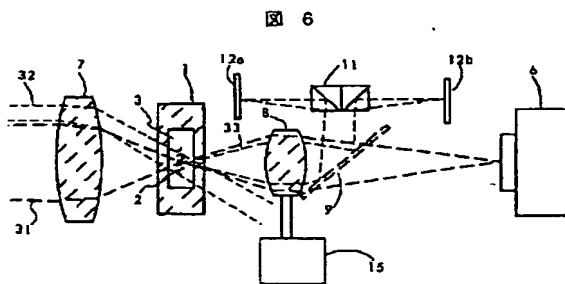
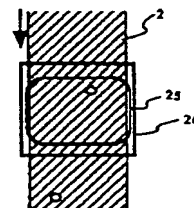


図 7





INVESTOR IN PEOPLE

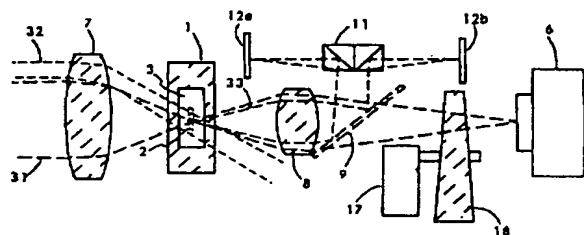
PN - JP7218417 A 19950818
 PD - 1995-08-18
 PR - JP19940008149 19940128
 OPD - 1994-01-28
 TI - PARTICLE ANALYZING METHOD
 IN - YAMAZAKI ISAO; ISHII MASAHARU; MIYAKE AKIRA; ASAI
 HIDENORI; HORIUCHI HIDEYUKI
 PA - HITACHI LTD
 IC - G01N15/02 ; G01N15/14 ; G01N21/17

© PAJ / JPO

PN - JP7218417 A 19950818
 PD - 1995-08-18
 AP - JP19940008149 19940128
 IN - YAMAZAKI ISAO; others: 04
 PA - HITACHI LTD
 TI - PARTICLE ANALYZING METHOD
 AB - PURPOSE: To analyze particles with high accuracy at a high speed by making a sample solution to flow in a thickness thicker than the depth of focus of an image pickup system and taking the image of the sample solution at the timing related to the passing depth of the particles.
 - CONSTITUTION: While a sample solution 2 is made to flow in a thickness thicker than the depth of focus of an image pickup system, the solution 2 in a flow cell 1 is irradiated with laser light from a laser light source 4 and optical photodetectors 12a and 12b obtain the positions of particles in the solution 2 in both the depth and lateral directions against the optical axis by detecting scattered light 33 from the particles and measuring the direction and magnitude of the positional deviation of the distribution of the light 33. On the other hand, a CCD camera 6 is periodically actuated and an objective lens 3 is also periodically driven by means of an inching device 15. As a result, particle detecting signals are outputted whenever particles pass through a particle detecting area. When the particles pass through the particle detecting area, the images of the particles are picked up at the timing at which the depth signals of the passing particles and lens position signals coincide with each other.
 I - G01N15/02 ; G01N15/14 ; G01N21/17

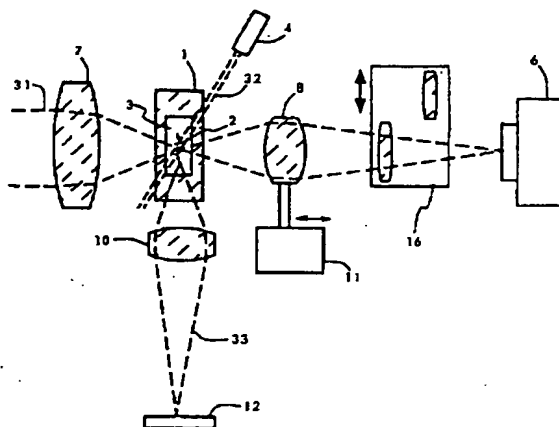
【図8】

図 8



【図9】

図 9



フロントページの続き

(72)発明者 浅井 英規

茨城県勝田市大字市毛882番地 株式会社
日立製作所計測器事業部内

(72)発明者 堀内 秀之

茨城県勝田市大字市毛882番地 株式会社
日立製作所計測器事業部内

